

Estudos de aula na formação de professores de matemática do ensino médio

Adriana Richit^{I,II}

João Pedro da Ponte^{III,IV}

Mauri Luís Tomkelski^{V,VI}

<http://dx.doi.org/10.24109/2176-6681.rbep.100i254.3961>

Resumo

Apresenta um estudo de aula com um grupo de professores de matemática do ensino médio, de escolas da rede pública estadual do Rio Grande do Sul. Tem como objetivo identificar desafios e adaptações desse processo formativo e de suas potencialidades para promover o desenvolvimento profissional do professor. A análise qualitativa e interpretativa baseou-se nas notas de campo produzidas no decorrer do estudo de aula. Os participantes sentiram que este constitui um processo formativo muito diferente do que estavam habituados. Quanto aos desafios, os resultados evidenciam que a realização do estudo de aula promoveu nos participantes a modificação da prática profissional em aspectos como o planejamento de aula, o trabalho coletivo e a negociação das decisões e atividades. Foram necessárias algumas adaptações na dinâmica usual de desenvolvimento do estudo de aula, sobretudo nas etapas de planejamento e concretização da aula de investigação, pela implementação da docência compartilhada, que oportunizou um nível elevado de colaboração entre formadores e professores. A experiência aponta a possibilidade de favorecer o desenvolvimento profissional docente por lhes promover aprendizagens profissionais e os encorajar a experimentar uma prática profissional diferente durante a aula de investigação.

Palavras-chave: estudo de aula; formação de professores; ensino de matemática.

^I Universidade Federal da Fronteira Sul. Erechim, Rio Grande do Sul, Brasil. *E-mail:* adrianarichit@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-0778-8198>

^{II} Doutora em Educação Matemática pela Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho (Unesp). Rio Claro, São Paulo, Brasil.

^{III} Universidade de Lisboa, Instituto de Educação. Lisboa, Portugal. *E-mail:* jpponte@ie.u lisboa.pt; <https://orcid.org/0000-0001-6203-7616>.

^{IV} Doutor em Educação pela University of Georgia: Athens, GA. Doutorando em Didática das Ciências do Instituto de Educação da Universidade de Lisboa. Lisboa, Portugal.

^V Secretaria de Educação do Estado do Rio Grande do Sul. Erechim, Rio Grande do Sul, Brasil. *E-mail:* <mauriluis@gmail.com>; <https://orcid.org/0000-0001-6395-7086>.

^{VI} Doutorando em Didática das Ciências no Instituto de Educação da Universidade de Lisboa. Lisboa, Portugal.

Abstract

Lesson study in the training of teachers of secondary-education mathematics

This paper presents a lesson study carried with a group of teachers of secondary-education mathematics, from state public schools of Rio Grande do Sul. It aims to identify challenges and adaptations of this formative process and its potential to promote teacher-professional development. The qualitative and interpretative analysis was based on field notes taken during the lesson study. Participants felt that the lesson study is a widely different formative process from those to which they were used. With regards to challenges, the results show that conducting this lesson study has led participants to modify their professional practice, on aspects such as class planning, collective work and negotiation of decisions and activities. Some adjustments to the dynamics of the lesson study development were necessary, especially in the planning and carrying out of the research class, by the implementing of shared teaching, which has led to a high-level of collaboration between teacher educators and teachers. The experience indicates the possibility to encourage the professional development of teachers because they are being offered a professional education and being encouraged to experiment with a different professional practice, particularly during the research lesson.

Keywords: lesson study; teacher training; mathematics teaching.

Resumen

Estudios de clase en la formación de profesores de matemática de la educación secundaria

Este artículo presenta un estudio de clase con un grupo de profesores de matemática de la educación secundaria de escuelas públicas del estado de Rio Grande do Sul. Tiene como objetivo identificar desafíos y adaptaciones de este proceso formativo y de sus potencialidades para promover el desarrollo profesional del profesor. El análisis cualitativo e interpretativo se ha basado en las notas de campo producidas en el transcurrir del estudio de clase. Los participantes sintieron que este constituye un proceso formativo muy distinto de lo que estaban habituados. Cuanto a los desafíos, los resultados evidencian que la realización del estudio de clase ha promovido en los participantes la modificación de la práctica profesional en aspectos como el planeamiento de clase, el trabajo colectivo y las negociaciones de las decisiones y actividades. Fueron necesarias algunas adaptaciones en la dinámica usual del desarrollo del estudio de clase, especialmente en las etapas de planeamiento y concretización de la clase de investigación, por la implementación de la docencia compartida, que permitió un nivel elevado de colaboración entre formadores y profesores. La experiencia indica la posibilidad de favorecer el desarrollo profesional docente por promoverles aprendizajes profesionales y estimularlos a experimentar una práctica profesional distinta durante la clase de investigación.

Palabras clave: estudio de clase; formación de profesores; enseñanza de matemática.

Introdução

Os processos formativos centrados no desenvolvimento profissional docente têm interessado pesquisadores e professores por suas possibilidades de promover mudanças nos processos educacionais em distintos sistemas e níveis de ensino. Os estudos de aula, que consistem em uma abordagem de desenvolvimento profissional focalizada na prática letiva e de natureza colaborativa e reflexiva (Murata, 2011; Ponte *et al.*, 2014), têm assumido relevância na educação matemática, mobilizando diversos trabalhos e embasando ações de formação docente em distintos contextos educacionais, pois “decorrem dentro do ambiente escolar e neles os professores desempenham um papel central” (Ponte *et al.*, 2016, p. 869).

Originários do Japão, no início do século 20, os estudos de aula constituem uma das principais abordagens de desenvolvimento profissional promovidas naquele país (Lewis, 2002), tendo-se popularizado nos Estados Unidos a partir dos anos 1990 e se disseminado, então, por vários países e em diferentes continentes (Shimizu, 2002). Pesquisas com foco nos estudos de aula têm evidenciado diferentes aspectos desse processo formativo que podem contribuir para o desenvolvimento profissional do professor, assim como desafios e possibilidades que se manifestam na realização dessa abordagem em contextos distintos.

Ponte *et al.* (2014) pontuam que os estudos de aula propiciam oportunidades formativas por meio das quais o professor pode refletir sobre a necessidade e pertinência de mudanças na prática de sala de aula e aprofundar os conhecimentos matemáticos acerca de conceitos diversos e do lugar destes no currículo. Pode ainda analisar os diferentes tipos de tarefa a propor aos alunos e as suas consequências para a aprendizagem, bem como se debruçar sobre diversos modos de organização da aula e diferentes formas de conduzi-la, tanto nos momentos de trabalho em pares e pequenos grupos quanto nos de trabalho coletivo. Além disso, Ponte (2017) analisa o desenvolvimento de estudos de aula ao redor do mundo e aponta que essa abordagem, em face das especificidades de cada contexto e dos objetivos estabelecidos, pressupõe adaptações de natureza distinta.

Entretanto, embora os estudos de aula tenham se disseminado por vários países e interessado muitos pesquisadores e especialistas por suas possibilidades de promover o desenvolvimento profissional de professores, no Brasil ainda são escassas as pesquisas sobre esse tema. Mediante um levantamento¹ realizado na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), foram encontrados sobre esse tema apenas os trabalhos de Felix (2010), Carrijo Neto (2014), Utimura (2015), Batista (2017) e Bezerra (2017).

¹ Levantamento realizado mediante os descritores de busca “estudos de aula e formação de professores”, “estudo de aula”, “estudos de aula”, “lesson studies”, “lesson study”, “estudos de lição”.

Da mesma forma, ainda são escassos os grupos de pesquisa que se dedicam aos estudos de aula. Em uma busca em *sites* de universidades públicas brasileiras, encontramos três grupos que mencionam projetos relacionados a esse tema. Há um grupo² de professores na Universidade Federal do Espírito Santo (Ufes) que desenvolve pesquisas sobre formação docente em estudos de aula, cujos resultados têm sido publicados em livros e periódicos da área. Além disso, há um projeto³ em andamento da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), centrado em investigar o desenvolvimento profissional de professores que ensinam matemática, do qual alguns resultados têm sido publicados em importantes periódicos nacionais e internacionais. E também há uma pesquisadora⁴ da Universidade Estadual Paulista (Unesp), campus de Marília, São Paulo, que iniciou uma experiência com estudos de aula no campo da educação especial, em parceria com a Universidade de Worcester, Reino Unido. Contudo, essa busca não apontou pesquisas ou práticas sobre os estudos de aula no Rio Grande do Sul, assumindo a experiência examinada neste texto natureza pioneira em nível estadual. Diante disso, consideramos pertinente analisar o processo de realização dessa abordagem formativa com professores da rede pública de ensino do referido estado, como meio de inaugurar uma perspectiva diferente de formação, bem como investigar aspectos relacionados aos estudos de aula e à formação docente influenciados pelas características socioculturais desse contexto. Nesse sentido, dedicamo-nos a fazer um estudo de aula com professores de matemática do ensino médio, visando a evidenciar desafios, adaptações e possibilidades dessa abordagem em face das particularidades do contexto em que foi realizado.

Estudos de aula

Os estudos de aula constituem uma abordagem de desenvolvimento profissional amplamente praticada no Japão e se disseminaram por diversos países à medida que começaram a surgir trabalhos publicados em língua inglesa (Lewis; Perry, 2014). Os resultados de pesquisas sugerem que os estudos de aula impactam o conhecimento dos professores, as comunidades profissionais, as práticas de ensino e a aprendizagem dos estudantes (Hart; Alston; Murata, 2011; Lewis; Perry, 2014; Lewis; Perry; Hurd, 2009; Olson; White; Sparrow, 2011).

O estudo de aula, que normalmente se inicia com a identificação de um problema relevante sobre a aprendizagem dos alunos (Ponte *et al.*, 2014), caracteriza-se por uma dinâmica de desenvolvimento muito particular, estruturada em etapas bem definidas (Lewis; Hurd, 2011). Embora a literatura da área revele algumas variações em relação a essas etapas, consideramos neste trabalho o modelo proposto por Lewis (2002), para a qual essa abordagem se organiza em cinco momentos principais em que os professores trabalham colaborativamente: formulação de objetivos para a aula de investigação, planejamento, concretização/lecionação, reflexão e, se desejável, repetição dessa aula. Na *formulação de objetivos*

² Grupo constituído pelas professoras Maria Alice Veiga Ferreira de Souza (Ifes), Julia Schaetzle Wrobel (Ufes), Bruna Zution Dalle Prane (Ifes), Hellen Castro Almeida Leite (Ufes) e Vanessa Ribeiro Gaigher (Secretaria de Educação do Estado do Espírito Santo). Mais informações sobre as atividades promovidas por esse grupo em: <<https://coinanalytics.info/video/uscwZBRkrGM/lesson-study/>>.

³ Projeto intitulado "Lesson Study: conhecimento e desenvolvimento profissional do professor que ensina matemática", coordenado pelo professor Carlos Miguel Ribeiro, do qual participam como pesquisadores colaboradores: professor doutor Dario Fiorentini, Leticia Losano e Vanessa Crecci.

⁴ Professora Jáima Pinheiro de Oliveira, docente na área de educação especial na Unesp, campus Marília, São Paulo.

para a aprendizagem e desenvolvimento dos alunos, seleciona-se um tópico ou tema do currículo para ser abordado na aula de investigação; no *planejamento*, prepara-se cuidadosamente a aula para alcançar os objetivos definidos; na *concretização/lecionação*, a equipe que participa do estudo de aula observa e colhe informações sobre as ações dos alunos durante toda a aula, por meio de notas ou gravações em áudio ou vídeo; na *reflexão*, focalizam-se os aspectos relativos à aprendizagem e desenvolvimento dos alunos, observados e registrados na etapa anterior, que podem contribuir para melhorar a aula planejada; e, por último e se desejável, na nova *leccionação da aula* de investigação, repete-se o processo.

No que diz respeito a cada uma das etapas do estudo de aula, destacamos algumas especificidades. Na definição de objetivos para a aula de investigação, há grande preocupação com as necessidades e dificuldades dos alunos em relação à aprendizagem do tópico curricular escolhido. No processo de planejamento, desenvolvido em torno da elaboração da aula de investigação a partir dos objetivos previamente definidos, pressupõe-se um trabalho colaborativo criterioso em que se busca prever os modos de pensar dos alunos, as suas estratégias de resolução de tarefas propostas, as suas dificuldades, aquilo que vão dizer durante as atividades da aula etc. Na *lecionação*, um dos membros do grupo concretiza a aula planejada para uma turma de alunos e os demais membros, incluindo a equipe que coordena o processo, observam e registram, criteriosamente, todas as ações dos alunos sobre a realização das tarefas. Na etapa da *reflexão pós-aula*, o grupo se reúne para discutir e refletir sobre aquilo que foi registrado em vídeo e observado pelos demais membros, contribuindo também para uma autocrítica profissional. No quinto momento, os professores em formação reúnem-se e, de maneira colaborativa, retomam a aula de investigação, modificando aspectos que não foram considerados adequados pelo grupo ou questões que solicitam uma abordagem diferenciada. Essa aula de investigação, após ser redefinida, se desejável pode ser novamente ensinada para uma outra classe de alunos, repetindo-se todo o processo (Ponte *et al.*, 2014).

Cajkler *et al.* (2015, p. 192) indicam que o aspecto que diferencia essa abordagem de

outras formas de desenvolvimento profissional é o planejamento em conjunto de aula de investigação, cuidadosamente concebida para situar problemas particulares de aprendizagem dos alunos, ao invés de focar na performance de um professor em particular.

Para além desses aspectos, o estudo de aula envolve questões críticas, as quais professores e pesquisadores precisam levar em conta, especialmente aquelas relacionadas aos objetivos de aprendizagem dos alunos e às estratégias para os alcançar, assim como a definição da questão central da aula (Takahashi; McDougal, 2014), a concretização desta (Fernandez, 2002) e a reflexão que a segue (Fujii, 2014).

Nessa perspectiva, como indicam Olson, White e Sparrow (2011), os estudos de aula se consolidam como significativa via de desenvolvimento

profissional docente, pois permitem ao professor importantes aprendizagens profissionais e podem trazer resultados muito positivos se utilizados em ambientes escolares. Para esses autores, as vivências do professor em um estudo de aula promovem duas mudanças pedagógicas: encorajam os docentes a refletir criticamente sobre suas práticas de sala de aula, e isso os leva a desenvolver uma atuação investigativa; e transformam essas práticas mediante a discussão coletiva dos professores sobre uma nova compreensão do ensino. Stigler e Hiebert (1999) destacam que a participação do professor em um estudo de aula lhe oportuniza novas aprendizagens sobre o conteúdo e a maneira de ensiná-lo, assim como sobre o pensamento dos alunos. Ponte *et al.* (2012) indicam que essa participação possibilita ao professor olhar criticamente para sua prática de sala de aula, considerando os múltiplos processos que a permeiam e o modo como ela pode implicar a aprendizagem matemática dos alunos. Finalmente, Lewis, Perry e Hurd (2004, p. 19) apontam que no Japão os professores identificam sete campos de melhoria resultantes dessa abordagem:

Melhorar o conhecimento do conteúdo curricular, melhorar o conhecimento do ensino, melhorar a capacidade de observar os alunos, fortalecer as redes colegiadas de trabalho, fortalecer a relação entre a prática cotidiana e os objetivos de ensino a longo prazo, fortalecer a motivação e o senso de eficácia e, ainda, melhorar a qualidade dos planos de aula.

Ante as especificidades na dinâmica de desenvolvimento do estudo de aula, diversos aspectos da prática profissional em matemática são colocados no centro dos processos de discussão e reflexão, por meio dos quais se torna possível superar crenças, rever concepções e modificar práticas de sala de aula. Estes muitas vezes trazem desafios, exigem adaptações e, sobretudo, apontam possibilidades de promover o desenvolvimento profissional docente.

Nesse sentido, Fujii (2014) assinala que a realização de estudos de aula em outros contextos, especificamente os desenvolvidos em países africanos, mesmo sob a orientação de educadores japoneses, tem deixado de lado muitos aspectos que caracterizam as abordagens promovidas no Japão. Também Takahashi *et al.* (2005) observaram que muitos estudos de aula conduzidos nos Estados Unidos omitem a primeira etapa dessa abordagem, que é fundamental para que os professores desenvolvam conhecimento sobre o pensamento dos alunos. Stigler e Hiebert (2016) destacam que muitas escolas estadunidenses adotam características superficiais dos estudos de aula, de modo que algumas vezes são omitidas etapas importantes do ciclo, por exemplo, a observação da aula de investigação.

Skultety, Gonzalez e Vargas (2017) pontuam que o desenvolvimento de estudos de aula carrega desafios, como coordenar as observações dos professores sobre as ações dos alunos enquanto a aula acontece. O uso de recursos tecnológicos implica modificações na estrutura do ciclo do estudo de aula e, simultaneamente, traz algumas contribuições, sobretudo no que diz respeito às possibilidades de explicitar o raciocínio dos alunos. Esses autores, mediante uma análise sobre as ações de um grupo de professores na realização de atividades baseadas no uso de tecnologias em um estudo

de aula, destacam que os docentes modificaram a aula e as atividades que planejaram a partir das discussões sobre os recursos utilizados no ciclo do estudo de aula. Lewis (2002) acrescenta que a implementação desse ciclo, sobretudo fora do Japão, revela muitos desafios, incluindo a necessidade de currículo diferenciado, modelos de pesquisa e ideias sobre expertise e a necessidade de constituir comunidades de aprendizagem que oportunizem aos participantes aprender com os pares.

Nessa perspectiva, as modificações que frequentemente são incorporadas a um ciclo do estudo de aula decorrem, algumas vezes, das adaptações necessárias quando da importação de rotinas culturais para contextos distintos como forma de viabilizar a concretização dessas rotinas, uma vez que há aspectos que são facilmente importados e outros não (Stigler; Hiebert, 2016). Outras vezes as adaptações decorrem de processos internos que atravessam um sistema de ensino e, portanto, interferem nas condições de trabalho do professor.

Para além desses aspectos, Bergenske (2008) destaca, mediante investigação sobre o desenvolvimento de um estudo de aula com foco no ensino escolar, que essa abordagem oportuniza uma forma diferenciada de colaboração entre professores e especialistas em educação à medida que promove mudanças positivas na colegialidade e nas práticas de ensino desses profissionais, impactando, portanto, de maneira significativa os processos de desenvolvimento de crianças com necessidades diferenciadas de aprendizagem. Conclui que a participação de um especialista em educação em um estudo de aula oportunizou a partilha de um repertório de estratégias e recursos de ensino, resultando em mudanças significativas nas formas como eles se comunicavam, planejavam e ensinavam. Além disso, essa participação propiciou *insights* positivos em relação aos papéis e responsabilidades assumidos por professores e por especialistas nesse processo.

Lewis (2016) evidencia o impacto dos estudos de aula nas práticas profissionais do professor, tendo em atenção conhecimentos, crenças e disposições dele. A autora destaca as possibilidades de esses estudos constituírem sistemas em que professores de uma mesma realidade demandam conhecimentos específicos para concretizar as atividades, bem como para fornecer a essa abordagem uma veia colaborativa que oportunize ao professor experimentar inovações curriculares. A partir disso, apresenta quatro estratégias para o desenvolvimento de estudos de aula em contextos distintos do japonês: incorporar tarefas e materiais de alta qualidade;⁵ atentar-se para os processos que dão a conhecer o pensamento dos alunos; atentar-se para as características do sistema; e basear-se em modelos para expansão. Desse modo, para além das possibilidades de promover o desenvolvimento profissional do professor e de melhorar os processos de ensino, a realização dos estudos de aula em contextos distintos pode revelar outros aspectos que emergem em face das características específicas do sistema em que essa abordagem é desenvolvida, assim como pode indicar perspectivas de consolidação dos estudos de aula nesses contextos.

⁵ Os recursos e materiais de ensino referem-se a todos os materiais elaborados colaborativamente pelo grupo de professores no processo de desenvolvimento do estudo de aula, como tarefas exploratórias, textos de apoio para a aula de investigação e outros materiais didáticos para ensinar algum tópico curricular específico, a exemplo dos manipulativos. Ressaltamos que, no contexto japonês, o desenvolvimento de materiais didáticos de alta qualidade constitui um dos objetivos do desenvolvimento dos estudos de aula.

Metodologia da investigação

A investigação qualitativa que realizamos constituiu um processo interpretativo e analítico, apoiado em entrevistas, conversas, registros e notas de campo (Denzin; Lincoln, 2000), mediante o qual examinamos a dinâmica de desenvolvimento de um estudo de aula, realizado com professores de matemática do ensino médio, buscando evidenciar os desafios manifestados por eles e as modificações que se fizeram necessárias em face desses desafios e do contexto em que foi realizado.

Participaram do estudo de aula 17 professores de matemática do ensino médio, em exercício em diferentes escolas da rede pública do Rio Grande do Sul (RS) pertencentes à 15ª Coordenadoria Regional de Educação (CRE), sediada no município de Erechim. O estudo de aula foi desenvolvido ao longo do 2º semestre do ano letivo de 2017, sob a coordenação de uma equipe de pesquisadores do Grupo de Estudos e Pesquisa em Educação Matemática e Tecnologias (GEPEM@T), da Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus* Erechim/RS. As atividades foram distribuídas em dez encontros de três horas cada, realizados quinzenalmente nas dependências da 15ª CRE. Os professores foram organizados em três grupos, tomando-se por critério de agrupamento o ano escolar em que pretendiam desenvolver a aula de investigação (terceira etapa do estudo de aula). Com isso, constituíram-se os seguintes grupos: Grupo 1 – aula para o 1º ano; Grupo 2 – aula para o 2º ano; e Grupo 3 – aula para o 3º ano do ensino médio. Os tópicos matemáticos escolhidos pelos grupos G1, G2 e G3 foram, respectivamente, funções do 2º grau, sistemas de equações lineares e prisma retangular.

Após a finalização de cada uma das sessões do estudo de aula, foi realizada uma minuciosa descrição das atividades do encontro e, especialmente, do trabalho realizado pelos grupos de professores, destacando-se aspectos predominantes nas discussões, desafios manifestados pelos docentes, suas reflexões e impressões relativas à abordagem formativa que estavam experimentando. Essas observações e registros constituem as notas de campo, concebidas como “relatos escritos daquilo que o investigador vê, ouve, experiencia e pensa no decurso da recolha e refletindo sobre os dados de um estudo qualitativo” (Bogdan; Biklen, 1994, p. 150).

A análise qualitativa e interpretativa que realizamos se baseia nas notas de campo constituídas ao longo das sessões do estudo de aula, nas quais o pesquisador registra “ideias, estratégias, reflexões e palpites, bem como padrões que emergem” (Bogdan; Biklen, 1994, p. 150) naquele grupo particular. Debruçamo-nos sobre esse material por considerarmos que ele evidencia a dinâmica de desenvolvimento do estudo de aula sob o ponto de vista dos investigadores, os quais assumiram o papel de observadores do processo. Tal análise é relevante, pois nos permite revelar os desafios manifestados pelos participantes e as adaptações que se tornaram necessárias diante desses desafios e das particularidades do contexto em que a abordagem foi promovida.

A análise de conteúdo (Bardin, 1977) principiou com a leitura flutuante do material empírico a partir da qual identificamos as evidências sobre

as particularidades que marcaram a realização dos estudos de aula no referido contexto e que constituíram as unidades de registro. Por fim, estas foram agrupadas considerando-se as convergências, constituindo assim as categorias de análise e discussão do estudo.

O desenvolvimento do estudo de aula

O estudo de aula foi realizado mediante uma parceria entre o GEPEM@T e a 15ª CRE, a qual sediou os encontros e assumiu a coordenação geral das atividades. O desenvolvimento dessa abordagem principiou com a divulgação da proposta de formação no âmbito das escolas de abrangência da 15ª CRE, que se deu mediante o envio de *email*-convite às equipes diretivas de cada escola a ela vinculada. Foram oferecidas 25 vagas e todas foram preenchidas na etapa das inscrições. Após a confirmação das inscrições, foram enviados *e-mails* a todos os inscritos, agendando o primeiro encontro.

O primeiro encontro do estudo de aula foi realizado no dia 16 de agosto de 2017 e todos os inscritos estavam presentes. Após a apresentação do grupo e a exposição das motivações para a atividade, definimos o cronograma e os horários dos encontros. Alguns professores não conseguiram ajustar os horários de trabalho a esse cronograma e, portanto, não puderam frequentar as atividades, de modo que o grupo ficou constituído de 17 professores. As atividades do estudo de aula foram organizadas conforme o Quadro 1.

Quadro 1 – Cronograma e descrição das sessões do estudo de aula

(continua)

Encontro/ Data	Atividades	Duração
1º 16/08/17	– Apresentação do grupo. – Motivações para participar do estudo de aula. – Apresentação de vivências profissionais no ensino de matemática, destacando desafios, avanços e perspectivas.	60 min.
	– Iniciando as reflexões com a seguinte questão: Quais conhecimentos são essenciais para a prática profissional do professor que ensina matemática?	30 min.
	– Aplicação de um questionário para conhecer perspectivas dos professores sobre formação e desenvolvimento profissional, bem como as suas expectativas sobre o estudo de aula.	30 min.
	– Breve apresentação histórica e teórica sobre os estudos de aula. – Encerramento do encontro.	30 min.

Quadro 1 – Cronograma e descrição das sessões do estudo de aula

(continuação)

Encontro/ Data	Atividades	Duração
2º 30/08/17	– Apresentação sobre os estudos de aula: definição, origem, estrutura, dinâmica de desenvolvimento, movimento de disseminação pelo mundo, possibilidades para o desenvolvimento profissional do professor.	40 min.
	– Organização dos professores em grupos e definição dos tópicos a abordar no ciclo de estudo de aula.	30 min.
	– Levantamento das dificuldades frequentes dos alunos no estudo de cada tópico.	30 min.
	– Formulação de objetivos para uma aula como forma de dirimir as dificuldades apontadas.	30 min.
	– Encaminhamentos para o próximo encontro e encerramento.	20 min.
3º 06/09/17	– Discussão e reflexão sobre os estudos de aula a partir da leitura de artigos sobre esse tema.	70 min.
	– Explicitação das etapas do estudo de aula.	40 min.
	– Revisão das possíveis dificuldades dos alunos nos tópicos escolhidos pelos grupos e revisão dos objetivos para a aula de investigação.	30 min.
	– Encaminhamentos para o próximo encontro.	10 min.

Quadro 1 – Cronograma e descrição das sessões do estudo de aula

(continuação)

Encontro/ Data	Atividades	Duração
4º 13/09/17	– Debate sobre as diretrizes curriculares nacionais para o ensino de matemática no ensino médio.	60 min.
	– Discussão sobre as distinções entre exercícios, problemas e tarefas exploratórias a partir da leitura do texto “Exercícios, problemas e explorações: perspectivas de professoras num estudo de aula”, de João Pedro da Ponte, Marisa Quaresma, Joana Mata-Pereira, Mónica Baptista.	30 min.
	– Elaboração de tarefas exploratórias para a aula de investigação.	50 min.
	– Encaminhamentos para o próximo encontro.	10 min.
5º 27/09/17	– Desenvolvimento de uma sequência de tarefas exploratórias previamente elaboradas pelos formadores.	80 min.
	– Discussão sobre os limites e as possibilidades das tarefas propostas. Apontamentos sobre os aspectos a melhorar nas tarefas.	40 min.
	– Encaminhamentos para o próximo encontro.	10 min.
6º 11/10/17	– Elaboração de tarefas exploratórias para a aula de investigação.	60 min.
	– Estruturação final da aula de investigação de cada grupo. Revisão da aula sob a orientação dos formadores.	30 min.
	– Definição dos recursos necessários para a aula de investigação.	30 min.
	– Encaminhamentos para o próximo encontro.	30 min.

Quadro 1 – Cronograma e descrição das sessões do estudo de aula

(conclusão)

Encontro/ Data	Atividades	Duração
7º 18/10/17	– Revisão das tarefas exploratórias elaboradas pelos três grupos.	20 min.
	– Apresentação da aula de investigação elaborada pelos três grupos e realização de apontamentos e modificações necessárias.	80 min.
	– Adequação dos aspectos apontados.	30 min.
	– Finalização da aula de investigação e encaminhamentos para o encontro seguinte.	20 min.
8º 25/10/17	– Desenvolvimento da aula de investigação do Grupo 1.	90 min.
	– Avaliação dos alunos relativa à experiência em que se envolveram.	30 min.
	– Desenvolvimento da aula de investigação do Grupo 2.	90 min.
	– Avaliação dos alunos relativa à experiência em que se envolveram.	30 min.
9º 01/11/17	– Desenvolvimento da aula de investigação do Grupo 3.	90 min.
	– Avaliação dos alunos sobre a experiência desenvolvida.	30 min.
10º 08/11/17	– Sessão de reflexão sobre a aula de investigação desenvolvida pelos grupos.	60 min.
	– Avaliação do estudo de aula, tendo em conta as suas etapas.	60 min.
	– Momento de confraternização e encerramento do estudo de aula.	30 min.

Fonte: Elaboração própria.

Após a finalização do estudo de aula e a organização do material empírico da investigação, procedemos a análise das notas de campo produzidas no decorrer das etapas focalizando os desafios, as adaptações necessárias e as possibilidades para favorecer o desenvolvimento profissional dos professores. Tais aspectos constituem as categorias de análise do estudo discutidas a seguir.

Desafios decorrentes do estudo de aula

Identificamos desafios associados à dinâmica de desenvolvimento do estudo de aula e à necessidade, por um lado, de modificação de práticas profissionais (planejamento de aula, trabalho coletivo, negociação das decisões e atividades) e, por outro, de transcender a tradição associada às ações formativas frequentemente promovidas no respectivo contexto.

Acerca da dinâmica de desenvolvimento do estudo de aula, deparamo-nos na primeira etapa, dedicada à formulação de objetivos para a aula de investigação, com o desafio de levar os professores a compreender a necessidade de planejar essa aula considerando-se as dificuldades que os alunos poderiam vir a ter na abordagem do tópico da matemática escolhido pelos grupos. No Grupo 3, surgiu o seguinte debate:

*Sandy:*⁶ O objetivo da aula é “construir um paralelepípedo retângulo e estudar as propriedades”.

*Investigadora:*⁷ Este objetivo precisa ser mais específico e, principalmente, contemplar as possíveis dificuldades de aprendizagem dos alunos neste tópico. Aquelas dificuldades que foram levantadas na última sessão, como sendo mais frequentes na abordagem deste tópico.

Roger: Não entendi. O objetivo de uma aula não é dizer aquilo que a gente espera com a aula?

Investigadora: Sim, é isso. Porém, neste caso, queremos mais do que abordar este assunto. Queremos ensinar este tópico de forma a ajudar os alunos a superar as dificuldades que frequentemente apresentam, seja em relação à definição, às propriedades ou aos problemas que envolvem este conceito.

Estela: Poderia ser então: contribuir com a aprendizagem das propriedades e operações sobre o paralelepípedo retângulo.

Investigadora: Sim, mas precisamos ser ainda mais específicos. Por exemplo, quais propriedades e/ou operações os alunos apresentam mais dificuldade? Isto precisa estar evidente nos objetivos e depois ser cuidadosamente planejado na aula que será elaborada pelo grupo.

A discussão emergiu no momento em que o grupo apresentava aos formadores o objetivo formulado para a aula de investigação – o qual

⁶ Nomes fictícios, adotados com a intenção de preservar a identidade dos professores participantes.

⁷ Primeira autora deste artigo.

estava bastante generalista inicialmente. A mesma discussão permeou os outros dois grupos, de modo que foi necessário reelaborar diversas vezes os objetivos pretendidos. Os questionamentos dos participantes evidenciavam que a formulação de objetivos com foco nas dificuldades dos alunos não era uma prática cotidiana e, portanto, constituiu-se em desafio.

Valendo-se de conhecimentos da didática da matemática, consolidados por meio da formação inicial e das vivências em sala de aula ao longo dos anos de profissão, os grupos propuseram objetivos mais gerais, ou seja, voltados apenas à realização do ensino daqueles tópicos da matemática. Esse desafio solicitou dos formadores uma discussão sobre objetivos de ensino no sentido de buscar promover, nos alunos, a compreensão acerca dos tópicos desenvolvidos, considerando-se as dificuldades que frequentemente surgem na sua abordagem.

Na etapa de planejamento da aula de investigação, surgiram dois desafios importantes. Pela especificidade do estudo de aula, os professores foram colocados a trabalhar em grupo colaborativamente, perspectiva muito diferente das dinâmicas usuais de formação docente ofertadas, nas quais participam como meros ouvintes. Esse aspecto levou os participantes a enfrentar a situação de trabalhar em grupo e, portanto, transcender a tradição das ações associadas à formação de professores no seu contexto, mudança que constituiu grande desafio aos grupos, os quais apresentavam dificuldade em realizar as atividades no coletivo. No início, constatamos que um professor acabava por coordenar o grupo e em casa, individualmente, elaborava o plano de aula. Esse aspecto, além de demonstrar certa dificuldade em concretizar o trabalho colaborativo, revela uma tendência ao individualismo na prática cotidiana do professor, seja devido às condições de trabalho ou à cultura profissional predominante nas escolas, que acaba por inviabilizar o diálogo e a partilha entre os docentes.

Também nesta etapa, os professores depararam-se com o desafio de “elaborar tarefas exploratórias” para abordar os tópicos da matemática previamente definidos, possivelmente por não estarem familiarizados com essa forma de propor tarefas para a sala de aula. A discussão no Grupo 1 ilustra esse aspecto.

Julia: Uma tarefa exploratória é um problema de aplicação? Não sei se entendemos bem a diferença entre exercício, problema e tarefa exploratória. Acho que a tarefa que estamos fazendo não está boa, porque não me parece ser exploratória. [E em seguida leu a atividade].

Investigadora: Certo, vamos então retomar as características principais de uma tarefa exploratória e juntos vamos analisar a tarefa que vocês estão elaborando.

Sofia: De acordo com o texto, a tarefa exploratória envolve representações, justificação e generalização de conceitos ou propriedades matemáticas abordadas na situação proposta.

Investigadora: A tarefa exploratória precisa ser estruturada de tal forma que conduza os alunos a expressar suas ideias, suas conclusões matemáticas, as relações que consegue estabelecer, ou seja, a expressar o seu raciocínio e a sistematizar as conclusões a que chegaram.

Caio: [Após mostrar a tarefa elaborada]. Está com jeito de problema!

Julia: Acho que é problema, pois vamos direto às questões que queremos que os alunos resolvam. Não tem representação ou justificção.

Sofia: Acho melhor refazer desde o início, porque o contexto também está muito direto. O difícil é fazer as questões que levem os alunos pensar e escrever aquilo que estão pensando.

Essa discussão permeou os grupos durante os quatro primeiros encontros e somente após a finalização da primeira tarefa é que os professores se sentiram mais confiantes em relação à distinção entre exercícios, problemas e tarefas. Contudo, observamos que, embora já manifestassem uma melhor compreensão sobre as especificidades das tarefas exploratórias, na prática isso era mais difícil, conforme afirma Julia: “Achei que fosse mais fácil, porque acho que não tinha entendido. Fazer tarefas exploratórias é muito difícil e precisa de muito tempo”. Esclarecemos, então, que exercícios e problemas se caracterizam como tarefas fechadas, de maneira que em geral pressupõem um caminho de resolução pré-estabelecido e solicitam dos alunos a capacidade de relacionar de forma precisa as informações dadas neles. As tarefas exploratórias, por serem mais abertas, não sugerem caminhos prévios de resolução e soluções imediatas e oportunizam aos alunos a capacidade de lidar com situações complexas, interpretando-as matematicamente e buscando estratégias próprias para resolvê-las.

Relativamente à concretização da aula de investigação, manifestaram-se dois desafios. O primeiro foi ter algum professor para ministrá-la, o que demandou dos formadores um diálogo frequente e esclarecedor, enfatizando que o foco desta etapa são as ações dos alunos e não a prática profissional do professor que leciona essa aula. Embora houvesse todo esse trabalho de incentivo, o receio perdurou até o quinto encontro, quando duas professoras se dispuseram a ministrar a aula de investigação, desde que em regime de docência compartilhada.

Ainda nesta etapa, deparamo-nos com o desafio de dispor de uma turma de alunos para desenvolvermos a aula de investigação. Desde o início, havia por parte dos professores receio e resistência em disponibilizar suas turmas para essa atividade e, por consequência, disponibilizar suas escolas para que realizássemos a aula de investigação. Além disso, à altura ocorreu uma greve dos professores da rede estadual que coincidiu com a etapa de realização dessa aula. Alternativamente, sugerimos a constituição de três turmas (uma de cada ano escolar do ensino médio), convidando alunos de escolas que mantinham algumas atividades educacionais para participar da

aula de investigação, que seria desenvolvida nas dependências da 15ª CRE. Entretanto, a professora Sofia, que também estava em greve, convidou duas turmas de alunos da sua escola para realizar uma atividade⁸ de matemática em horário e data a serem definidos. Mediante a aceitação dos alunos, as aulas dos Grupos 1 e 2 foram desenvolvidas na respectiva escola, no turno matutino do dia 25 de outubro de 2017, em períodos subsequentes, sendo a primeira aula das 8 às 10 horas e a segunda, das 10 às 12 horas.

Por fim, a concretização da aula de investigação foi um desafio também para os alunos, conforme evidencia o excerto seguinte, proveniente das notas produzidas ao término dela.

Investigadora: Para encerrar gostaríamos que vocês [alunos] avaliassem esta experiência. Nos falem sobre esta aula que foi um bocado diferente.

Aluna A (1º ano): Eu achei estranho porque tinha muitos professores nos assistindo. No começo fiquei meio bloqueada. Mas agora no final percebi que vocês mostraram um jeito novo de aprender matemática, onde a gente pode discutir e falar sobre as questões. Não é só achar um resultado.

Aluno B (3º ano): Foi difícil, desde o começo. Quando vi todas essas pessoas entrando na sala fiquei assustado. E depois sempre que alguém ficava olhando aquilo que eu estava falando ou escrevendo, eu ficava nervoso. Precisei me concentrar para poder continuar falando sobre aquilo que tinha pensado, aquilo que tinha feito.

Evidenciamos, assim, que a realização de estudos de aula traz consigo desafios de natureza diversa, devido às particularidades dos contextos, às condições de trabalho e às necessidades e trajetórias profissionais dos docentes participantes. A superação desses desafios pressupõe dos professores a disponibilidade para enfrentá-los. Entre eles, estão: o desenvolvimento de uma prática diferente; a capacidade de negociação pedagógica com colegas e alunos, como troca de horários com outros professores e negociação com os discentes para a realização da aula de investigação; o planejamento de aula a partir das dificuldades e necessidades dos alunos; e a possibilidade de transcender a tradição das ações predominantes associadas à formação docente, nas quais o professor cumpre o papel de ouvinte.

Adaptações realizadas

A concretização do estudo de aula, dadas as especificidades sociais, culturais e profissionais do contexto, solicitou-nos algumas adaptações, que marcaram as diferentes etapas do processo, atribuindo-lhe uma dinâmica de desenvolvimento própria.

A primeira adaptação necessária surgiu logo na sessão inicial do estudo de aula, quando observamos que o grupo constituído era diversificado, agregando professores que atuavam nas três séries do ensino médio, e,

⁸ Os alunos foram informados de que essa atividade não constituía recuperação de aulas referentes ao período de greve.

principalmente, que haviam subgrupos com a intenção de planejar a aula de investigação para séries diferentes. Embora houvesse um esforço no sentido de focar um tópico matemático específico para uma determinada série do ensino médio, não foi possível compor um único grupo. Além disso, observamos em uma atividade inicial que a viabilidade das discussões ficou comprometida devido ao elevado número de participantes (25 na primeira sessão e 17 nas seguintes).

Diante dessas dificuldades, decidimos organizar os professores em três grupos, cada um agregando docentes de acordo com a preferência pelo ano escolar em que pretendiam desenvolver a aula de investigação. Assim, constituíram-se o Grupo 1, com foco no 1º ano; o Grupo 2, com foco no 2º ano; e o Grupo 3, com foco no 3º ano do ensino médio. Nos encontros seguintes, observamos que essa organização propiciou a aproximação entre os colegas participantes, estreitando as relações, e contribuiu para intensificar as discussões entre os professores de cada grupo. Além disso, o grupo reduzido favoreceu a etapa do planejamento da aula de investigação, uma vez que as atividades e as escolhas puderam ser mais bem negociadas, revistas e aprofundadas.

Na etapa de planejamento, mediante a preocupação dos professores participantes em realizar as observações das ações e discussões dos alunos na aula de investigação, registrando os aspectos pertinentes e de forma adequada, propusemos, na sexta sessão, uma atividade que buscava “reproduzir a dinâmica da aula de investigação”. Para tanto, elaboramos previamente uma sequência de tarefas exploratórias de matemática, focando os tópicos de funções, sistemas de equações lineares e propriedades da pirâmide de base quadrada.

Essa sequência de tarefas foi distribuída a todos os participantes e realizada em subgrupos de três pessoas cada, adotando-se a seguinte dinâmica: enquanto dois professores do grupo desenvolviam uma tarefa, o terceiro componente observava e registrava, em detalhes, as ações, discussões e conclusões. A cada tarefa, a dupla se reconfigurava e outro membro registrava. Após a finalização das tarefas em todos os subgrupos, realizamos uma reflexão sobre os aspectos observados, simulando a etapa da reflexão. Contudo, atenção maior foi dada à avaliação que os professores fizeram dessa atividade. Segundo eles, observar e registrar foi muito difícil, conforme destacado nas notas:

Investigadora: Em relação à atividade de observar e registrar as ações dos colegas que discutiam uma tarefa, como foi? Houve dificuldades?

Julia: Achei essa parte muito complicada, difícil mesmo. Não sabia o que deveria registrar e o que era realmente importante. Mas, gostei, porque a gente teve uma ideia de como é.

Alice: Foi interessante, pois consegui entender o que devemos fazer na aula que vamos observar. Mas é difícil, porque temos de prestar atenção naquilo que as duplas falam e ao mesmo tempo anotar tudo.

De acordo com as notas de campo, essa atividade foi fundamental para a compreensão do grupo sobre o papel do observador na aula de investigação. Diante dos aspectos destacados pelo grupo, a professora Joana sugeriu que fosse elaborada, em conjunto, uma ficha com algumas diretrizes básicas sobre pontos importantes a registrar. Além disso, os docentes sugeriram que as discussões dos alunos na aula de investigação fossem gravadas em áudio.

Outra adaptação se refere à incorporação de tecnologias na aula de investigação. Observamos desde a primeira sessão do estudo de aula que os grupos, especialmente o 1 e o 2, utilizavam, por iniciativa⁹ própria, *softwares* gráficos e de geometria dinâmica para explorar propriedades e relações sobre os tópicos focados na aula de investigação, por meio dos quais elaboravam as tarefas exploratórias. Mediante as possibilidades vislumbradas pelos professores acerca das tecnologias, ambos os grupos decidiram formular tarefas exploratórias baseadas nesses recursos.

Assim, o Grupo 1, que abordou o tópico função do 2º grau, estruturou a aula de investigação em duas partes: a primeira centrada em tarefas exploratórias e a segunda, em atividades investigativas realizadas em software de geometria dinâmica (GeoGebra). O grupo pretendia, com essa experiência, apresentar alguma inovação em relação ao ensino da matemática sobre aquele tópico e, por isso, decidiu investir em atividades pautadas nas tecnologias. Nesse sentido, sugerimos que o grupo, a partir da situação-problema formulada, desenvolvesse duas tarefas exploratórias, ambas centradas em representações, justificações e generalizações, contudo a segunda a ser realizada a partir das representações produzidas no *software* GeoGebra.

Em virtude dessa adaptação, outra se fez necessária: o desenvolvimento da aula de investigação em duas etapas. Visando a otimizar o tempo e não dispersar os alunos, optamos por desenvolvê-la na sala de aula ao invés do laboratório de informática da escola. Para tanto, organizamos *laptops* em número suficiente para todas as duplas de alunos, devidamente preparados com o GeoGebra e disponibilizados em sala de aula. Assim, na segunda hora da aula de investigação, as duplas desenvolveram a tarefa exploratória baseada no referido *software*.

Essa adaptação foi assumida pelos professores como necessária à concretização de mudanças na prática, a qual requer encaminhamentos específicos devido à estrutura e à dinâmica de funcionamento das escolas, conforme evidencia o diálogo:

⁹ As atividades investigativas caracterizam atividades matemáticas de natureza aberta que solicitam dos alunos “a exploração e formulação de questões, a formulação de conjecturas, o teste e a reformulação de conjecturas e ainda a justificação de conjecturas e avaliação do trabalho” (Ponte; Brocardo; Oliveira, 2006, p. 29).

Sofia: [Na etapa do planejamento da aula de investigação]. Se a gente usar o GeoGebra, a gente vai poder explorar mais esse assunto [função do 2º grau], porque os alunos vão poder representar as funções e analisar as propriedades. Eles podem comparar os gráficos de funções com coeficientes diferentes. E também podem chegar a algumas conclusões.

Mateus: [Na discussão sobre os ajustes finais para a aula de investigação]. Acho melhor levar *laptops* para a sala de aula, pois senão vamos perder

tempo nos deslocando da sala de aula até o laboratório. Além disso, os alunos vão perder o foco da atividade e vai ser difícil retomar as discussões no mesmo nível de envolvimento.

Julia: [Na etapa da reflexão sobre a aula de investigação]. Essa aula fez a gente perceber que é possível mudar a nossa aula e que os alunos gostam de mudança. [...]. Achei que as tarefas exploratórias ajudam o professor a ensinar matemática de outro jeito, mas as tarefas exploratórias com o GeoGebra fazem os alunos ver a matemática de outra forma, mais interessante, mais desafiadora.

Portanto, nas diferentes etapas do estudo de aula, a adaptação relativa à incorporação de tecnologias na aula de investigação solicitou dos participantes uma cuidadosa negociação, pois, além de interferir na dinâmica de desenvolvimento da abordagem, implicou ajustes em relação à estrutura das unidades escolares do referido sistema de ensino.

Além dessas adaptações, na etapa de concretização da aula de investigação, devido ao desafio de ter algum professor disposto a ministrá-la, outra adaptação se fez necessária, a lecionação compartilhada. Diante do desconforto manifestado pelos professores em ministrar a aula na presença de todo o grupo (formadores e participantes), propomos, alternativamente, que cada uma das três aulas fosse lecionada de modo compartilhado entre a formadora e um professor de cada grupo, o que foi bem aceito pelos participantes. Assim, ao longo das sessões de planejamento, mediante um diálogo cuidadoso e contínuo, conseguimos que um professor de cada grupo se disponibilizasse a coministrar a referida aula. Feito esse ajuste, os participantes sugeriram que a formadora iniciasse a aula, esclarecendo os objetivos e a dinâmica das atividades, e ao final assumisse a etapa da discussão matemática sobre as resoluções apresentadas pelos alunos. O professor de cada grupo assumiu a função de dirigir as atividades, esclarecer algum aspecto sobre as tarefas exploratórias e encaminhar os diferentes momentos da aula.

A docência compartilhada, portanto, representou um aspecto positivo no sentido de que motivou e encorajou os professores a experimentarem uma nova prática no âmbito da aula de investigação. Além disso, inaugurou um aspecto muito particular do ciclo de estudo de aula dinamizado com esses professores em relação ao modelo predominante no Japão e em outros países, em que a aula de investigação é desenvolvida por um docente apenas.

Não foi equacionada a reformulação da aula e repetição do processo, dado que o estudo de aula foi finalizado em meados do mês de novembro, que coincidiu com o período de encerramento de ano letivo.

Portanto, a realização do estudo de aula nesse contexto demandou algumas adaptações na dinâmica de desenvolvimento dessa abordagem, assumindo especificidades que em alguns aspectos diferem do modelo original praticado no Japão. Destacamos aqui dois aspectos principais: a organização dos professores em três grupos, originando com isso três aulas de investigação paralelamente em um mesmo estudo de aula e, sobretudo, a docência compartilhada, que consolidou a colaboração entre formadores e professores na etapa da aula de investigação.

Possibilidades do estudo de aula

Considerando-se o contexto social e profissional de atuação dos participantes, o estudo de aula evidenciou algumas possibilidades de favorecer a formação de professores de matemática por oportunizar-lhes aprendizagens profissionais em um ambiente de colaboração, permitiu-lhes experimentar uma abordagem de formação diferente e uma nova prática profissional, assim como promoveu a aproximação entre as ações formativas e a prática de sala de aula.

Quanto às aprendizagens profissionais em contexto de colaboração, ressaltamos que a realização do estudo de aula, pela especificidade dessa abordagem, oportunizou aos professores participantes retomar e aprofundar conhecimentos associados ao ensino da matemática em uma perspectiva diferente da habitual, caracterizada pelo isolamento e pelo individualismo. De acordo com a avaliação dos professores sobre essa experiência formativa, o que mais marcou foi o trabalho conjunto, em que todos podiam participar, ao mesmo tempo que eram solicitados a colaborar. Isso os levou a se sentirem valorizados:

Marina: Nunca antes fiz uma formação assim, onde todos tinham de fazer alguma coisa e onde todos podiam dar sua opinião ou criticar e ser criticado. Eu me senti valorizada.

Julia: Foi uma formação diferente, primeiro porque era específica para a área da matemática. Em geral as formações que temos são para todas as áreas junto. E o que achei mais interessante é que todos nós tivemos de fazer uma parte do trabalho, ao mesmo tempo essa parte era feita entre todos. Cada atividade a gente discutia, refazia, discutia e refazia outra vez, até ficar boa.

Ainda sobre as aprendizagens profissionais evidenciadas a partir dos estudos de aula, os professores destacaram que a experiência os levou a avaliar suas ações enquanto profissionais do ensino e como isso implica a compreensão dos alunos sobre o que é proposto em sala de aula, a aceitar o erro dos alunos como uma aprendizagem para o professor e uma possibilidade de promover a aprendizagem dos alunos e a valorizar o planejamento de aula como atividade basilar ao ensino.

Sandy: Muitas vezes a gente elabora as atividades para os alunos e acha que ficaram ótimas e, por isso, quando os alunos erram a gente pensa que é porque eles não interpretaram direito. E eu percebi que muitas vezes eles erram as questões ou não sabem fazer porque os problemas estão mal formulados.

Roger: Achei interessante essa formação porque eu percebi que a gente pode fazer diferente, que até o erro dos alunos pode ser importante para a aula.

Estela: Eu destaco principalmente a possibilidade de entender e explorar o erro do aluno na aula de matemática, porque explorar o erro é uma forma de o professor promover a aprendizagem.

Além disso, os professores acrescentaram que a dinâmica dos estudos de aula fortalece a interação e a partilha entre eles, melhora as relações devido ao nível de envolvimento que se estabelece no grupo e favorece o trabalho cooperativo, que também não faz parte da rotina das escolas. Por último, consideram que essa dinâmica leva os alunos a estudarem e a se envolverem mais e melhor com o conteúdo e com a aula. Em síntese, os desafios que surgiram no decorrer do estudo de aula, assim como as adaptações que se fizeram necessárias no processo, constituíram-se em oportunidade de aprendizagem profissional para os professores.

Ressaltamos que o estudo de aula permitiu aos participantes experimentarem uma prática de formação docente distinta daquelas convencionadas na região. Observamos e registramos, em diversas sessões do estudo de aula, as discussões e ações dos grupos, as quais indicam um nível elevado de envolvimento e responsabilidade com o trabalho proposto. Observamos também que os participantes tiveram a oportunidade de discutir, expor seus pontos de vista e criticarem-se. Esses aspectos consolidaram o diálogo nos grupos.

Para além disso, destacamos a possibilidade de superação de algumas práticas profissionais convencionadas no contexto dos participantes, nomeadamente o planejamento de uma aula e sua concretização em sala de aula, as quais foram realizadas de forma colaborativa. Verificamos que, em face dos desafios que se colocaram no decorrer do estudo de aula, os professores foram incentivados a buscar modos diferenciados de trabalho (colaborativo e compartilhado), assim como repensar, em um ambiente de colaboração, a dimensão pedagógica do planejamento de uma aula, a qual pode ter como foco ângulos mais específicos da aprendizagem matemática dos alunos. Portanto, o aspecto da colaboração, inerente ao estudo de aula, marcou essa experiência, propiciando aos participantes transcender a cultura de formação instituída no referido contexto e, ainda, atribuir novo valor aos processos de formação de professores.

Outro aspecto evidenciado diz respeito à possibilidade de esses professores experimentarem uma nova prática de sala de aula. Nesse sentido, o estudo levou os participantes a promover uma prática diferente da habitual, que impôs a necessidade de planejar uma aula e, principalmente, desenvolver atividades matemáticas (tarefas) totalmente diferentes daquilo que é usual nas aulas dessa disciplina. Essa prática trouxe mudanças também na dinâmica da sala de aula, de modo que as relações se modificaram. Trouxe, ainda, a possibilidade de incorporação das tecnologias, nomeadamente *software* de geometria dinâmica, haja vista que desenvolveram tarefas exploratórias e as adaptaram ao uso desse *software*.

Nalu: Foi uma novidade isso de fazer uma aula com tantas pessoas e, principalmente, fazendo tudo diferente, desde pensar nos objetivos para a aula, fazer tarefas exploratórias e fazer uma discussão com os alunos sobre as resoluções das atividades. Por isso acho que essa experiência nos ensinou muito.

Melissa: Eu tenho certeza que todos aprendemos muito com essa formação, porque a gente viu que é possível dar aula de matemática de outra forma.

Por último, consideramos que outro aspecto marcante do estudo de aula em relação às possibilidades de promover o desenvolvimento profissional do professor diz respeito ao fato de o espaço e o tempo da formação fundirem-se ao espaço e ao tempo da prática de sala de aula. Essa particularidade, referenciada tanto pelos professores participantes quanto pelos alunos, representou para todos uma possibilidade de aproximar a formação docente da prática profissional em sala de aula, levando os professores a aprenderem, por exemplo, modos de abordar tópicos da matemática e auxiliar nas dificuldades dos alunos e levando os discentes a participarem de práticas diferenciadas.

Da mesma forma, essa aproximação oportunizou aos professores transportar a formação docente para a sala de aula, concretizando a colaboração profissional também na prática cotidiana e, ainda, modificando as relações entre colegas e com os alunos, pois juntos experimentaram e avaliaram a prática desenvolvida.

Discussão

Desafios

O desenvolvimento de um estudo de aula, devido à especificidade dessa abordagem e sua estruturação em etapas distintas e bem definidas, suscita diferentes desafios (Skultety; Gonzalez; Vargas, 2017), como a constituição de grupos que favoreçam a aprendizagem entre pares (Lewis, 2002), sobretudo quando é promovido em realidade muito diferente da japonesa. Alguns desafios decorrem de modificações realizadas na estrutura do estudo de aula, enquanto outros são originados pelas particularidades dos contextos profissionais em que são concretizados, uma vez que cada grupo de professores tem seu perfil e suas necessidades e está submetido a condições de trabalho distintas. Nesse sentido, a análise evidenciou que a concretização do estudo de aula aqui abordado suscitou desafios associados à dinâmica de desenvolvimento e à necessidade, por um lado, de modificar práticas profissionais (planejamento de aula, trabalho coletivo, negociação das decisões e atividades) e, por outro, de transcender a tradição associada às ações formativas usualmente promovidas nesse contexto.

Relativamente à dinâmica de desenvolvimento do ciclo do estudo de aula, em virtude da especificidade de cada uma das etapas, sobretudo no planejamento e na lecionação da aula de investigação, predominaram desafios de ordem prática, envolvendo aspectos internos e externos à viabilização do próprio estudo de aula. No que diz respeito à necessidade de modificação das práticas profissionais, predominaram aspectos relativos à dimensão da didática da matemática, isto é, ao processo de ensino – desde a definição de objetivos para a aula, perpassando a elaboração das tarefas com foco nesses objetivos, até a lecionação, que seguiu uma perspectiva diferente. Esses desafios se entrecruzaram com os de natureza

cultural e organizativa do referido sistema de ensino, incluindo-se as condições de trabalho e as rotinas profissionais instituídas. A superação da tradição formativa tornou-se possível na medida em que os professores experimentaram formas colaborativas de comunicação, trabalho e discussão em um processo de formação docente centrado na prática profissional em sala de aula.

Adaptações

A realização de estudos de aula em contextos distintos do japonês, dadas as condições em que são desenvolvidos e os objetivos que os sustentam, tem sido marcada por adaptações diversas (Ponte, 2017) e, por vezes, omite etapas estruturais, as quais caracterizam as abordagens usualmente promovidas no Japão (Fujii, 2014; Takahashi *et al.*, 2005; Stigler; Hiebert, 2016). Nesse sentido, o estudo de aula que desenvolvemos nos solicitou considerar as necessidades profissionais, as características pessoais, os perfis e as condições de trabalho dos professores participantes, elementos que demandaram algumas adaptações na dinâmica e estrutura desse estudo. Essas adaptações atribuíram à abordagem promovida especificidade própria, com destaque para a docência compartilhada, que consolidou a colaboração profissional entre formadores e professores na aula de investigação. Ainda relativamente a dinâmica, ressaltamos o desdobramento dessa aula em três grupos, o que permitiu aos participantes avaliar diferentes modos de promover o ensino de matemática, observando as necessidades específicas de cada série do ensino médio.

Outro aspecto importante a destacar diz respeito às modificações que se fizeram necessárias na dinâmica do estudo de aula em face do uso de tecnologias digitais (Skultety; Gonzalez; Vargas, 2017), as quais reconfiguraram as discussões matemáticas dos grupos de professores na etapa do planejamento, assim como influenciaram o desenvolvimento das tarefas exploratórias e o aprofundamento dos tópicos abordados na aula de investigação. Por indicação dos professores participantes, as sessões do estudo de aula foram desenvolvidas no Núcleo de Tecnologia Educacional da 15ª CRE, devido à necessidade de pesquisar materiais de ensino da matemática e, sobretudo, de usar *software* para a realização de representações matemáticas e a análise de propriedades sobre os tópicos abordados na aula de investigação. Além disso, mediante a intenção de utilizar tecnologias nessa aula, para a qual o Grupo 1 desenvolveu tarefas exploratórias baseadas no uso do GeoGebra, houve uma reorganização na dinâmica com vistas a desenvolver a aula de investigação sem interrupções e sem prejuízo da abordagem proposta. Essa reorganização implicou a disponibilização de *laptops* na sala de aula para uso de duplas de alunos.

Possibilidades

O estudo de aula permitiu aos professores experimentar uma abordagem de formação distinta das tradicionalmente promovidas no seu contexto, destacando-se a possibilidade de os grupos trabalharem

colaborativamente no planejamento da aula de investigação, cuidadosamente concebida para situar problemas particulares de aprendizagem dos alunos (Cajkler *et al.*, 2015), e na elaboração de tarefas exploratórias para abordar os tópicos escolhidos (Ponte *et al.*, 2014). Permitiu-lhes ainda vivenciar uma nova prática e assumir a dimensão da colaboração como uma possibilidade de o professor experimentar inovações curriculares (Lewis, 2016), especialmente, neste caso, a elaboração de tarefas exploratórias e a utilização das tecnologias para abordar tópicos curriculares da matemática em sala de aula.

Quanto às aprendizagens profissionais, destacamos aquelas relacionadas ao ensino da matemática guiado por um percurso de aprendizagem previamente estabelecido, que considera as dificuldades dos alunos e os modos de superá-las. Os professores ressaltaram aprendizagens associadas à maneira de ver e abordar os erros dos alunos nessa disciplina, uma vez que no estudo de aula os erros, assim como os acertos, constituem recurso e contexto para a discussão matemática. Além disso, os resultados mostram que os professores tiveram a oportunidade de transcender a cultura de formação instituída, na medida em que o ambiente de colaboração promoveu importantes aprendizagens e modificou as relações entre eles e os formadores, o que os levou a atribuir valor a esse processo de formação.

Conclusão

O desenvolvimento do estudo de aula no referido contexto, marcado por formas organizativas tradicionais e rotinas profissionais relativamente rígidas, oportunizou aos professores experimentar uma dinâmica formativa que traz marcas culturais próprias, ao mesmo tempo que assume características específicas devido às adaptações que se fizeram necessárias, as quais decorrem das particularidades culturais e profissionais do contexto. Destacamos dois aspectos principais: a organização dos professores em três grupos, originando com isso três aulas de investigação paralelamente em um mesmo estudo de aula e, sobretudo, a docência compartilhada, que veio consolidar um nível mais avançado de colaboração profissional entre formadores e professores. Essa colaboração, assim como a realização de três aulas de investigação, levou os participantes a refletir sobre diferentes formas de conduzir a aula e, também, promover a discussão matemática em face das características dos alunos de cada turma.

Sumarizando, este trabalho mostra que a realização de um estudo de aula suscita desafios de natureza diversa devido à especificidade da abordagem, às particularidades do contexto e às necessidades e trajetórias profissionais dos professores. A superação desses desafios pressupõe, por um lado, modificações e adaptações e, por outro, a negociação de condições que viabilizem a concretização do estudo de aula, como a negociação pedagógica com colegas e alunos, tendo em vista a preparação e a realização da aula de investigação. O enfrentamento desses desafios, que oportunizam aos professores realizar uma prática diferente, planejar uma aula a partir das dificuldades e necessidades dos alunos e transcender a tradição das ações

formativas predominantes no seu contexto, traz importantes possibilidades para a promoção do desenvolvimento profissional dos professores participantes. Por fim, considerando-se a experiência como pioneira no contexto em que foi realizada, é pertinente e adequado o aprofundamento dessa discussão mediante o desenvolvimento de outros estudos de aula e de outras pesquisas.

Referências

BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70, 1977.

BATISTA, C. C. *O estudo de aula na formação de professores de matemática para ensinar com tecnologia: a percepção dos professores sobre a produção de conhecimento dos alunos*. 2017. 107 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2017.

BERGENSKE, D. L. *Lesson Study: implications of collaboration between education specialists and general education teachers*. 2008. 81 f. Thesis (Masters of Arts) – Faculty of Humboldt State University, California, 2008.

BEZERRA, R. C. *Aprendizagens e desenvolvimento profissional de professores que ensinam matemática nos anos iniciais do ensino fundamental no contexto da lesson study*. 2017. 210 f. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2017.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria dos métodos*. Lisboa: Porto, 1994.

CARRIJO NETO, L. A. *A pesquisa de aula (lesson study) no aperfeiçoamento da aprendizagem em matemática no 6º ano segundo o currículo do estado de São Paulo*. 2004. 165 f. Dissertação (Mestrado) – Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2014.

CAJKLER, W. et al. Teacher perspectives about lesson study in secondary school departments: a collaborative vehicle for professional learning and practice development. *Research Papers in Education*, [S.l.], v. 30, n. 2, p. 192-213, 2015.

DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. The discipline and practice of qualitative research. In: DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. *Handbook of qualitative research*. 2nd ed. London: Sage, 2000. p. 1-28.

FELIX, T. F. *Pesquisando a melhoria de aulas de matemática seguindo a proposta curricular do estado de São Paulo, com a metodologia da pesquisa de aulas (lesson study)*. 2010. 137 f. Dissertação (Mestrado) – Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2010.

FERNANDEZ, C. Learning from Japanese approaches to professional development: the case of lesson study. *Journal of Teacher Education*, [S.l.], v. 53, n. 5, p. 393-405, Nov. 2002.

FUJII, T. Implementing Japanese lesson study in foreign countries: misconceptions revealed. *Mathematics Teacher Education and Development*, Australia, v. 16, n. 1, p. 65-83, 2014.

HART, L.; ALSTON, A.; MURATA, A. (Eds.). *Lesson study research and practice in mathematics education*. Dordrecht: Springer, 2011.

LEWIS, C. *Lesson study: a handbook of teacher-led instructional change*. Philadelphia: Research for Better Schools, 2002.

LEWIS, C. How does lesson study improve mathematics instruction? *ZDM*, Netherlands, v. 48, n. 4, p. 571-580, Jul. 2016.

LEWIS, C.; HURD, J. *Lesson study step by step: how teacher learning communities improve instruction*. New Hampshire: Heinemann, 2011.

LEWIS, C.; PERRY, R. Lesson study with mathematical resources: a sustainable model for locally-led teacher professional learning. *Mathematics Teacher Education and Development*, Australia, v. 16, n. 1, 2014.

LEWIS, C.; PERRY, R.; HURD, J. A deeper look at lesson study. *Educational Leadership*, Alexandria, v. 61, n. 5, p. 18-23, Feb. 2004.

LEWIS, C.; PERRY, R.; HURD, J. Improving mathematic instruction through lesson study: a theoretical model and North American case. *Journal of Mathematics Teacher Education*, Australia, v. 12, p. 285-304, 2009.

MURATA, A. Introduction: conceptual overview of lesson study. In: HART, L.; ALSTON, A.; MURATA, A. (Eds.). *Lesson study research and practice in mathematics education*. Dordrecht: Springer, 2011. p. 1-12

OLSON, J.; WHITE, P.; SPARROW, L. Influence of lesson study on teachers' mathematics pedagogy. In: HART, L.; ALSTON, A.; MURATA, A. (Eds.). *Lesson study research and practice in mathematics education*. Dordrecht: Springer, 2011. p. 39-58.

PONTE, J. P. Lesson studies in initial mathematics teacher education. *International Journal for Lesson and Learning Studies*, Lisboa, v. 6, n. 2, p. 169-181, Jan. 2017.

PONTE, J. P.; BROCARD, J.; OLIVEIRA, H. *Investigação matemática na sala de aula*. Belo Horizonte: Autêntica, 2006.

PONTE, J. P. et al. Exercícios, problemas e explorações: perspectivas de professores num estudo de aula. *Quadrante*, Lisboa, v. 24, n. 2, p. 111-134, 2005.

PONTE, J. P. et al. Aprendizagens profissionais dos professores através dos estudos de aula. *Perspectivas da Educação Matemática*, Campo Grande, v. 5, n. temático, p. 7-24, 2012.

PONTE, J. P. et al. Os estudos de aula como processo colaborativo e reflexivo de desenvolvimento profissional. In: SOUSA, J.; CEVALLOS, I. (Eds.). *A formação, os saberes e os desafios do professor que ensina matemática*. Curitiba: CRV, 2014. p. 61-82.

PONTE, J. P. et al. O estudo de aula como processo de desenvolvimento profissional de professores de matemática. *BOLEMA: Boletim de Educação Matemática*, Rio Claro, v. 30, n. 56, p. 868-891, dez. 2016.

SHIMIZU, Y. Lesson study: what, why, and how? In: BASS, H.; USISKIN, Z.P.; BURRILL, G. (Eds.) *Studying classroom teaching as a medium for professional development: proceedings of a U.S. Japan workshop*. Washington: National Academy Press, 2002. p. 53-57.

SKULTETY, L.; GONZALEZ, G.; VARGAS, G. Using technology to support teachers: lesson modifications during lesson study. *Journal of Technology and Teacher Education*, Chesapeake, v. 25, n. 2, p. 185-213, Apr. 2017.

STIGLER, J.; HIEBERT, J. Lesson Study, improvement, and the importing of cultural routines. *ZDM*, Netherlands, v. 48, n. 4, p. 581-587, Jul. 2016.

STIGLER, J.; HIEBERT, J. *The teaching gap: best ideas from the world's teachers for improving education in the classroom*. New York: The Free Press, 1999.

TAKAHASHI, A.; MCDOUGAL, T. Implementing a new national curriculum: A Japanese school's two-year lesson-study project. In: KARP, K. S. (Ed.). *Annual perspectives in mathematics education: using research to improve instruction*. Reston: National Council of Teachers of Mathematics, 2014. p. 13-21.

TAKAHASHI, A. et al. Improving content and pedagogical knowledge through kyozaikenkyu. In: WANG-IVERSON, P.; YOSHIDA, M. (Eds.). *Building our understanding of lesson study*. Philadelphia: Research for Better Schools, 2005. p. 77-84.

UTIMURA, G. Z. *Docência compartilhada na perspectiva de estudos de aula (lesson study): um trabalho com as figuras geométricas espaciais no 5º ano*. 2015. 191 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2015.

Recebido em 13 de junho de 2018.

Aprovado em 27 de novembro de 2018.